TIRO CON TRAYECTORIA DESPLAZADA

OFFSET SIDESLIP

FICHA DE EJERCICIO DE VUELO

L-39 Albatros · A-29 Super Tucano

REFERENCIA
EX-OSS-001 / Rev. A

CATEGORÍA
Tiro Aire-Suelo — Geometría

NIVEL
Avanzado

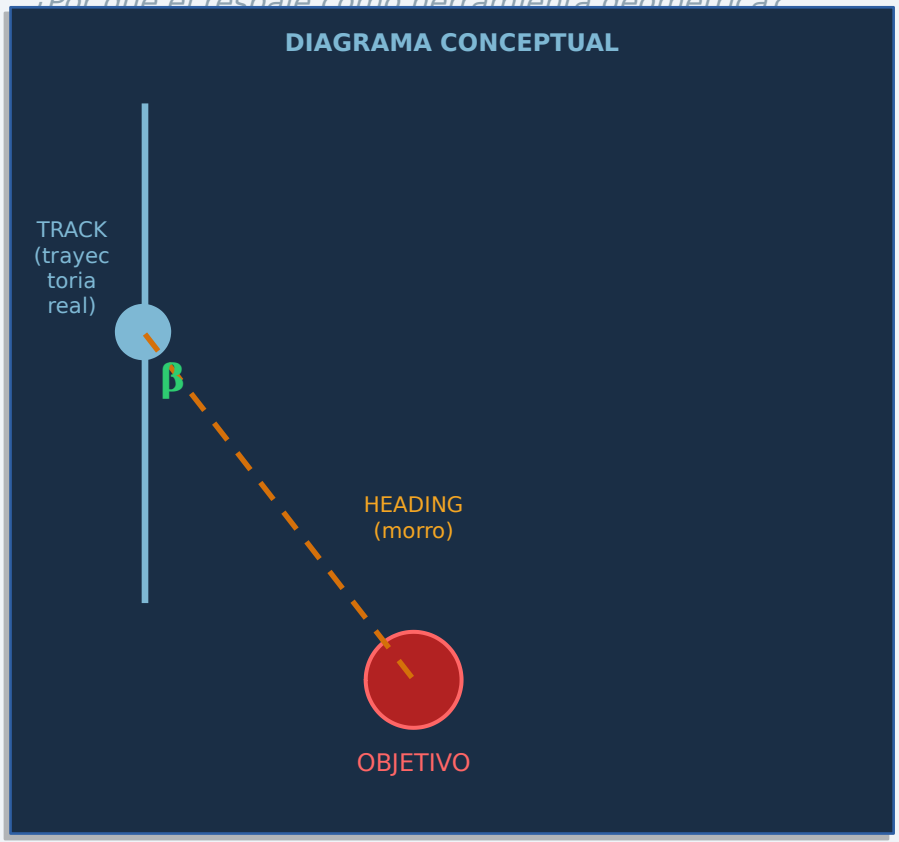
TRIPULACIÓN
IP + Alumno / Solo

DURACIÓN
≈ 60 min

CLASIFICACIÓN
NO CLASIFICADO

EL CONCEPTO FUNDAMENTAL

¿Por qué el resbale como herramienta geométrica?



TRACK (γ)

Vector velocidad del CM sobre el suelo

HEADING (ψ)

Dirección del eje longitudinal (morro)

β (sideslip)

Ángulo entre ambos
beta ≠ 0 en resbale

El resbale separa dónde VUELO de hacia dónde APUNTO

FUNDAMENTO AERODINÁMICO

Física del resbale — qué ganas y qué pierdes

$$CD_{total} = CD_0 + CD_\beta \cdot \beta^2$$

⚠ LO QUE PIERDES (Coste energético)	✔ LO QUE GANAS (Ventaja geométrica)
– Drag aumenta cuadráticamente con β	+ Track y heading se desacoplan (β ≠ 0)
– Pérdida de velocidad (5–12 kt en 8 s)	+ Morro apunta al objetivo sin volar hacia él
– No se gana distancia hacia delante	+ Línea de mira sobre el blanco
– Requiere compensación de empuje	+ Salida ya desalineada tras el disparo

El resbale NO es para ganar distancia — es para ganar ÁNGULO entre trayectoria y línea de mira

PARÁMETROS DEL EJERCICIO

L-39 Albatros vs. A-29 Super Tucano

PARÁMETRO	L-39 ALBATROS	A-29 SUPER TUCANO
Altitud de inicio run-in	1.500–2.000 ft AGL	1.500–2.500 ft AGL
Velocidad de acercamiento	250–300 kt IAS	200–250 kt IAS
Offset lateral del track	300–600 m	200–500 m
Ángulo de β (sideslip)	5–10° (moderado)	5–8° (moderado)
Duración del resbale	5–8 s	5–8 s
Punto de inicio resbale	D–5 km del objetivo	D–4 km del objetivo
Punto de disparo	D–1,5 a 2 km	D–1,5 a 2 km
Altitud mínima (hard floor)	800 ft AGL	500 ft AGL

GO-AROUND inmediato si la altitud en punto de disparo está por debajo del HARD FLOOR

FASES DEL EJERCICIO

0 BRIEFING

Concepto Track/Heading · Área de tiro · Corredor offset · Hard limits · Viento

1 RUN-IN OFFSET

1.500–2.000 ft AGL · 250–300 kt · Track paralelo al eje objetivo · β = 0

2 INICIO DE RESBALE

D–5 km · Cross-controls (pie + alabeo contrario) · Morro gira al objetivo · 5–8 s

3 PUNTO DE DISPARO

D–1,5–2 km · LOS alineada · Registrar actitud/vel/alt · Disparo / pickle

4 RUPTURA

Soltar resbale · Viraje 30–45° contrario · Recuperar altitud · Ya desalineado

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Estándares mínimos, óptimos y condiciones de go-around

CRITERIO	ESTÁNDAR MÍNIMO	ESTÁNDAR ÓPTIMO	FALLO / GO-AROUND
Track offset mantenido	±100 m	±50 m	Desv. >200 m
Inicio del resbale	D–5 km ± 500 m	D–5 km ± 200 m	Fuera de ±1 km
Ángulo β mantenido	5–10° estable	5–8° ± 1°	β >12° o β <3°
Track en resbale (β estable)	Desv. < ±3°	Desv. < ±1,5°	Desv. > ±5°
Alineación línea de mira	Objetivo en cono ±5°	±2°	Fuera de cono >8°
Altitud en punto de disparo	Planif. ± 200 ft	Planif. ± 100 ft	< Hard floor
Velocidad en punto de disparo	Planif. −20/+30 kt	Planif. ± 10 kt	< Vmín+15 / >Vlím
Ruptura ejecutada	< 3 s tras disparo	< 2 s	No ejecut. / >5 s

ERRORES COMUNES Y CORRECCIÓN

Identifica · Comprende · Corrige

1	**Track se desplaza hacia el objetivo al entrar en resbale** CAUSA: Exceso de alabeo en mismo sentido del pie	✔ Aumentar alabeo contrario para mantener el track
2	**Morro no llega al objetivo con el resbale** CAUSA: β demasiado pequeño / offset excesivo	✔ Más presión de pie o replantear offset lateral
3	**Pérdida de velocidad excesiva durante resbale** CAUSA: No se compensó el drag extra con empuje	✔ Añadir empuje al iniciar resbale; acortar duración
4	**Dificultad para mantener altitud en resbale** CAUSA: Pérdida sustentación por β elevado	✔ Tirar levemente + empuje; reducir β si persiste
5	**Ruptura tardía o desorganizada** CAUSA: Falta de referencia visual clara / sobrecarga	✔ Definir hito visual en briefing; practicar aisladamente

PROGRESIÓN RECOMENDADA · GUÍA DE DEBRIEFING

De la familiarización al ejercicio completo con armamento

VUELO 1

FAMILIARIZACIÓN EN ZI

Resbale coordinado sin objetivo · 5.000+ ft AGL · Sensación de β y gestión de empuje

VUELO 2

RESBALE CON REFERENCIA

Apuntar morro a referencia fija en suelo mientras se vuela paralelo · Sin armamento

VUELO 3

EJERCICIO COMPLETO

Todas las fases · Área de tiro · Video / HUD · Criterios de evaluación activos

VUELO 4+

ARMAMENTO DE PRÁCTICA

Munición de práctica (rockets inertes, bombas de práctica) · Evaluación de impacto

GUÍA DE DEBRIEFING — Preguntas clave para el IP

Q1	¿En qué momento sintió que track y heading se separaban claramente?
Q2	¿Tuvo que aumentar empuje durante el resbale? ¿Fue suficiente?
Q3	¿En qué momento tuvo la línea de mira sobre el objetivo? ¿Antes o después del punto de disparo?
Q4	¿El track pasó a un lado del objetivo como se planificó, o hubo deriva hacia él?

Confirmar con el alumno: resbale = coste energético + ángulo geométrico + ventaja táctica de desalineación

⚠ LIMITACIONES Y SEGURIDAD — HARD LIMITS NO NEGOCIABLES

NUNCA realizar este ejercicio por primera vez a baja altitud. Vuelo 1 siempre a 5.000+ ft AGL.

NUNCA superar β > 15° en L-39 o > 12° en Super Tucano sin autorización de manual de vuelo.

NUNCA permitir que el track cruce directamente por encima del objetivo a baja cota.

SIEMPRE ejecutar go-around si la altitud en el punto de disparo está por debajo del hard floor.

Este ejercicio NO debe realizarse con turbulencia moderada/fuerte ni visibilidad < VMC.

Documento genérico — Solo entrenamiento · No clasificado

Adaptar a manuales de vuelo de la aeronave, regulaciones del espacio aéreo y autoridad militar competente.